

#3

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-058532

(43)Date of publication of application : 25.02.2000

(51)Int.Cl.

H01L 21/31
H01L 21/205

(21)Application number : 10-224521

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 07.08.1998

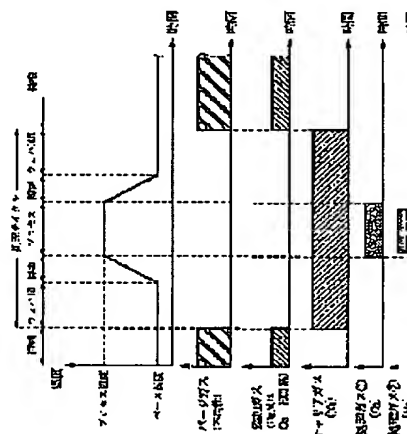
(72)Inventor : KIYOTA HISAHARU

(54) METHOD AND DEVICE FOR PROCESSING SEMICONDUCTOR AND CLEANING METHOD FOR THE DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve a process efficiency of a semiconductor wafer by shortening a time required for stabilizing of a processing rate and homogeneity after cleaning.

SOLUTION: A semiconductor wafer is heated for process (for example, oxidation, diffusion, anneal, or CVD) in a process chamber. Here, an impurity combustion gas (for example, oxygen gas, or, both oxygen gas and hydrogen chloride group gas) is added to an inactive gas supplied into the process chamber at heating, during wait, when no wafer is introduced. The adding of gas is performed constantly or intermittently during a heating period while in waiting state. The gas adding may be performed at wafer delivery or temperature rising/falling as well as in wait. Adding of oxygen gas burns an organic contaminant and the hydrogen chloride or chlorine caused thereby or an added hydrogen chloride group gas changes a metal contaminant to an oxy-compound which is easy to sublimate, which is discharged to the outside of the process chamber.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-58532

(P2000-58532A)

(43)公開日 平成12年2月25日(2000.2.25)

(51)Int.Cl.

識別記号

F I

キーワード(参考)

H 0 1 L 21/31
21/205

H 0 1 L 21/31
21/205

E 5 F 0 4 5

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 10 頁)

(21)出願番号

特願平10-224521

(22)出願日

平成10年8月7日(1998.8.7)

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 滝田 久晴

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(74)代理人 100094053

弁理士 佐藤 隆久

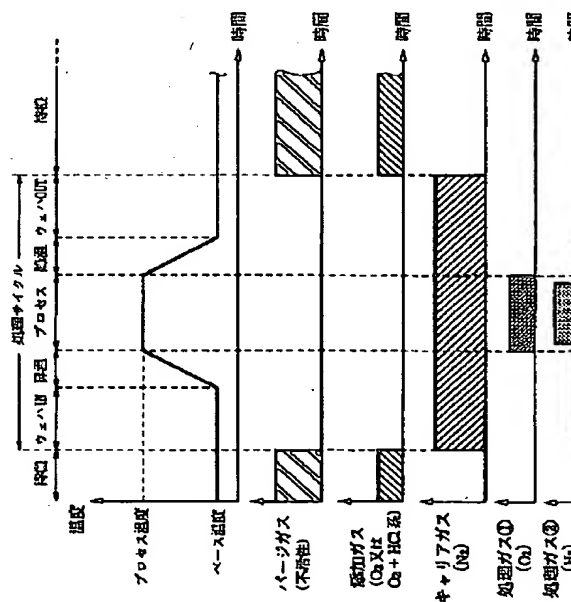
Fターム(参考) 5F045 AC11 AC13 EB06 EB15 EC07
EE13 EE17 HA11

(54)【発明の名称】 半導体処理装置、そのクリーニング方法および半導体処理方法

(57)【要約】

【課題】クリーニング後に処理レートや均一性が安定するまで時間がかかり、半導体ウエハの処理効率が悪い。

【解決手段】半導体ウエハを処理室内で加熱して処理(例えば、酸化、拡散、アニールまたはCVD)する半導体処理装置のクリーニング方法であって、ウエハが導入されていない待機中の加熱時に、処理室内に供給する不活性ガスに不純物燃焼用ガス(例えば、酸素ガス、又は、酸素ガスと塩化水素系ガス)を添加する。このガス添加を、待機中の加熱期間において常時または間欠的に行う。このガス添加は、待機時のほかウエハ出し入れ時あるいは昇温・降温時に行ってもよい。酸素ガス添加により有機汚染物が燃焼し、これにより生じた塩化水素又は塩素により、或いは添加された塩化水素系ガスにより、金属汚染物が昇華しやすいオキシ化合物に変化し、処理室外に排出される。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】半導体ウェハを処理室内で加熱して処理する半導体処理装置のクリーニング方法であって、前記ウェハが半導体処理装置内に導入されていない待機中の加熱時に、前記処理室内に供給する不活性ガスに不純物燃焼用ガスを所定量添加する半導体処理装置のクリーニング方法。

【請求項 2】前記不純物燃焼用ガスは、酸素ガスである請求項 1 に記載の半導体処理装置のクリーニング方法。

【請求項 3】前記不純物燃焼用ガスは、酸素ガスと塩化水素系ガスである請求項 1 に記載の半導体処理装置のクリーニング方法。

【請求項 4】前記不純物燃焼用ガスの添加を、前記待機中の加熱期間において常時または間欠的に行う請求項 1 に記載の半導体処理装置のクリーニング方法。

【請求項 5】前記不純物燃焼用ガスの添加を処理サイクル中における前記処理前の所定時まで行い、当該処理サイクル中における前記処理後の所定時から前記不純物燃焼用ガスの添加を再開する請求項 1 に記載の半導体処理装置のクリーニング方法。

【請求項 6】前記処理は、酸化、拡散、アニール、化学気相成長 (CVD) の何れかである請求項 1 に記載の半導体処理装置のクリーニング方法。

【請求項 7】前記処理が酸化、拡散またはアニールの場合、前記半導体処理装置は、前記ウェハを水平に保持し鉛直方向に多数枚並べた状態で前記処理を行う縦形である請求項 6 に記載の半導体処理装置のクリーニング方法。

【請求項 8】半導体ウェハを処理室内に導入する工程と、当該ウェハを所定ガス雰囲気中で加熱して処理する処理工程と、処理後のウェハを前記処理室から取り出す工程とを処理サイクル内に有する半導体処理方法であって、処理工程後の前記処理サイクル内の所定時から、次の処理が開始される前に前記処理室を所定温度で保持する間は、不活性ガスに不純物燃焼用ガスを所定量添加して前記処理室内に供給する後処理を行い、前記処理サイクルを終了する半導体処理方法。

【請求項 9】前記不純物燃焼用ガスは、酸素ガスである請求項 8 に記載の半導体処理方法。

【請求項 10】前記不純物燃焼用ガスは、酸素ガスと塩化水素系ガスである請求項 8 に記載の半導体処理方法。

【請求項 11】半導体ウェハを水平に保持し鉛直方向に多数枚並べた状態で加熱して処理する縦形の処理室と、複数のガス供給経路を有し、当該複数のガス供給経路から前記処理室内に反応ガスと不活性ガスを導入するガス供給部と、前記ガス供給部を制御し、前記ウェハが半導体処理装置内に導入されていない待機中の加熱時に、前記処理室内に供給する不活性ガスに不純物燃焼用ガスを所定量添加

する制御部とを有する半導体処理装置。

【請求項 12】前記制御部は、前記不純物燃焼用ガスが前記反応ガスと同じ種類であるときは、当該反応ガスのガス供給経路を用いて不純物燃焼ガスの添加を行う請求項 11 に記載の半導体処理装置。

【請求項 13】前記不純物燃焼用ガスは、酸素ガスである請求項 11 に記載の半導体処理装置。

【請求項 14】前記不純物燃焼用ガスは、酸素ガスと塩化水素系ガスである請求項 11 に記載の半導体処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば酸化、拡散、アニールまたは CVD (Chemical Vapor Deposition) 等において処理室内に付着する有機物または金属等の汚染物を有効に除去することができる半導体処理装置、そのクリーニング方法、および、このクリーニングのための工程を処理サイクル内手順 (処理レシピ) として有する半導体処理方法に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体デバイスの素子微細化および高集積化が進むにつれて、酸化、拡散、アニールおよび CVD 等の加熱を伴う処理工程において、薄くて高品質な酸化膜形成、浅い接合形成のための拡散技術、短時間アニール等による総熱処理量の削減、高品質な層間絶縁層の形成等に対する要求が益々高くなってきている。とくに、超 LSI における MOS トランジスタの微細化に伴って、ゲート酸化膜が薄膜化されている。このため、薄くて良質なゲート酸化膜の形成が、デバイス特性の良否を決めるキープロセスとなっている。

【0003】良質なゲート酸化膜を形成するためには、処理ガスの純度向上や前処理方法の改善ほかに、前処理から実際に酸化が行われるまでに自然酸化膜の成長を如何に抑制するかが重要である。

【0004】ウェハセット時の対流による大気雰囲気の処理室内流入 (エア巻き込み) が少なく、これにより自然酸化膜成長が有効に抑制される点で、縦形の酸化・拡散装置が優れている。縦形の酸化・拡散装置においては、自然酸化膜成長自体は抑制されるが、その均一性が問題となる場合があり、その解決方法として、ウェハのロード時およびロード時の温度から処理温度への昇温時に窒素ガスに微量酸素ガスを添加する技術が提案されている (特許公開公報平 5-102132 号)。この公報によれば、縦形の装置ではエアの巻き込みが少ないため、炉内上部のウェハ中心で極端に酸素濃度が低下して窒化が進み、自然酸化膜の面内均一性を悪くしていることが指摘されている。そして、この局部窒化を防止し自然酸化膜の均一性を高める目的で、微量酸素を添加することとしている。

【0005】この自然酸化膜成長の抑制および均一性改

10

20

30

40

50

善のほか、良質なゲート酸化膜を形成するためには、酸化炉内の不純物汚染を如何に低減するかが以前にも増して重要視されるようになってきた。たとえば、金属汚染に関し、ナトリウム汚染のMOSトランジスタ特性への影響は以前から良く知られているが、最近では、特に鉄、銅あるいはカルシウムの汚染によってMOSトランジスタ特性が低下することが指摘されるようになってきた。従来のゲート長が0.5 μm 世代のMOSトランジスタは、鉄、銅あるいはカルシウムの汚染度が $1 \times 10^{11} \text{ atoms/cm}^2$ 以上でゲート酸化膜の耐圧に影響すると言われていたが、例えばゲート長が0.35 μm 世代のMOSトランジスタでは、この汚染度が $5 \times 10^{11} \text{ atoms/cm}^2$ オーダーで既に25%の耐圧不良が発生することが分かってきた。

【0006】同様に、カーボン等の有機物汚染についても、その汚染度のデバイス特性低下に対する感度が増大している。

【0007】これら金属や有機物は、配管から、或いはウェハによって酸化炉内に持ち込まれ、高温の熱処理中にウェハのゲート酸化膜形成部分に再付着したり、新たに炉内に付着するため、処理を続けていると汚染が徐々に拡散して、デバイス歩留りに大きく影響するようになる。また、形成したゲート酸化膜を露出したまま行うその後の処理、例えば拡散、アニール、CVD等でもゲート酸化膜の膜質を低下させるので、これらの装置内汚染をも低減しなければ良好なデバイス特性は得られない。

【0008】この装置内汚染の低減方法としては、炉を構成する石英ガラス管や炉内部品洗浄または交換が有効である。しかし、この洗浄または交換による方法では、装置の停止時間が長く、メンテナンス工数への負担も大きいことから、余り頻繁に行くとデバイスの製造コストを増大させ、好ましくない。

【0009】そこで、メンテナンス時以外で定期的に行う炉内のクリーニング方法としては、塩化水素(HCl)やトランスジクロロエチレン等の塩化水素系ガスを酸素ガスと混合して炉内に供給し、加熱処理を行う塩酸酸化クリーニング法が一般的である。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかし、この従来の塩酸酸化クリーニング法では、その後に直ぐに酸化等の処理を行うと、酸化レート、炉内または面内の均一性がクリーニング前の値から大きく変化することが観測される。このため、所望の酸化レートや高い均一性を得ようとすれば、塩酸酸化クリーニング後に長時間バージガスを導入して加熱を行う必要がある。したがって、塩酸酸化クリーニング法は、効率が悪く、日常的なクリーニング法としては不向きである。

【0011】本発明は、このような実情に鑑みてなされ、上記処理レートや均一性が本来の値に安定するまで時間がかかるという問題がなく、クリーニング後に直ぐ

に半導体ウェハの処理を行うことができる半導体処理装置と、そのクリーニング方法を新たに提供することを目的とする。また、本発明は、上記クリーニングのための工程を半導体の処理サイクル内手順(処理レシピ)として取り入れた半導体処理方法を提供することを他の目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明に係る半導体処理装置のクリーニング方法は、半導体ウェハを処理室内で加熱して処理(例えば、酸化、拡散、アニールまたはCVD)する半導体処理装置のクリーニング方法であって、前記ウェハが半導体処理装置内に導入されていない待機中の加熱時に、前記処理室内に供給する不活性ガスに不純物燃焼用ガス(例えば、酸素ガス、又は、酸素ガスと塩化水素系ガス)を所定量添加する。

【0013】好ましくは、不純物燃焼用ガスの添加を、前記待機中の加熱期間において常時または間欠的に行う。また、好ましくは、前記不純物燃焼用ガスの添加を処理サイクル中における前記処理前の所定時までに行い、当該処理サイクル中における前記処理後の所定時から前記不純物燃焼用ガスの添加を再開する。

【0014】本発明に係る半導体処理方法は、半導体ウェハを処理室内に導入する工程と、当該ウェハを所定ガス雰囲気中で加熱して処理する処理工程と、処理後のウェハを前記処理室から取り出す工程とを処理サイクル内に有する半導体処理方法であって、処理工程後の前記処理サイクル内の所定時から、次の処理が開始される前に前記処理室を所定温度で保持する間は、不活性ガスに不純物燃焼用ガスを所定量添加して前記処理室内に供給する後処置を行い、前記処理サイクルを終了する。

【0015】本発明に係る半導体処理装置は、半導体ウェハを水平に保持し鉛直方向に多数枚並べた状態で加熱して処理する縦形の処理室と、複数のガス供給経路を有し、当該複数のガス供給経路から前記処理室内に反応ガスと不活性ガスを導入するガス供給部と、前記ガス供給部を制御し、前記ウェハが半導体処理装置内に導入されていない待機中の加熱時に、前記処理室内に供給する不活性ガスに不純物燃焼用ガスを所定量添加する制御部とを有する。

【0016】この半導体処理装置及びそのクリーニング方法では、不活性ガス(例えば、待機中のバージガスまたは処理時のキャリアガス)に不純物燃焼用ガスとして酸素ガスが添加される。このとき、処理室が例えば処理時より低い温度(酸化の場合、例えば900℃程度)で加熱されている。したがって、この場合、特に有機物が酸化(燃焼)して灰化され、排気とともに外部に排出される。また、前記不活性ガスに酸素ガスと塩化水素系ガスが添加された場合、添加された塩化水素系ガスにより、また有機物の燃焼により生成された塩化水素や塩素により金属のオキシ塩化物が生成される。このオキシ塩



化物は、元の金属より昇華しやすいので、容易に処理室から排気とともに排出される。

【0017】なお、特にウエハセット時または昇温時に、添加酸素ガスによってウエハ表面のペアシリコン部分に自然酸化膜が形成されるが、このクリーニングに必要な酸素ガスの添加量は一定で量も微量でよいから、通常のウエハセット時のエア巻き込み等により形成される自然酸化膜より均一性に優れる。したがって、この添加酸素ガスによる自然酸化膜が、例えばゲート酸化膜の均一性等に影響を与えることはない。また、この自然酸化膜がウエハ表面を保護するので、塩化水素系ガスによるウエハ表面のエッチングが問題となるほど進むことはない。

【0018】本発明の半導体処理方法では、上記したクリーニングのための工程、即ち不純物燃焼ガスの添加が、処理サイクル内手順（処理レシピ）として有する。このため、例えば処理サイクルの最後に不純物燃焼ガスを所定量供給するだけで、簡単に半導体処理装置内のクリーニングができる。

【0019】

【発明の実施の形態】本発明の半導体処理装置、そのクリーニング方法および半導体処理方法は、酸化、拡散、アニールまたはCVDの何れの工程にも適用できる。

【0020】以下、本発明に係る半導体処理装置、そのクリーニング方法および半導体処理方法の実施形態を、縦形の酸化・拡散装置に適用した場合を例に図面を参照しながら詳細に説明する。縦形の酸化・拡散装置は、エア巻き込みが少なく、これにより自然酸化膜成長の抑制に優れている。また、ウエハ周囲を多点で支持することから自重による機械的なストレスが小さい。さらに、縦形の酸化・拡散装置は、ウエハ載置部が石英ガラス管と非接触なので異物発生が少なく、しかも処理室が縦形であることから底に異物が溜まりにくいといった数々の優れた点がある。

【0021】図1は、この縦形の酸化・拡散装置の概略構成を示す図である。この縦形の酸化・拡散装置1は、減圧CVD装置あるいはアニール装置としても使用可能であるが、ここでは外部燃焼方式のウェット酸化（パイロジェニック）を行う場合を例に説明する。

【0022】酸化・拡散装置1は、大別すると、反応管を中心とした熱処理部、ガス供給部、排気部、ウエハ搬送部、および制御部からなる。

【0023】熱処理部は、膜厚の均一性向上のために均熱化を考慮して2重構造とした反応管2を有し、その外側のチューブ2aと内側の反応管（プロセスチューブ）2bとの間に、ガス供給路（この場合、水蒸気等の供給路）が形成されている。反応管2の外側には、例えば上、中、下段に分割して温度制御が可能なヒータ4が設けられている。プロセスチューブ2bには、ガス噴出口2cが設けられている。また、プロセスチューブ2b内

には、図示を省略したウエハボードに、ウエハ6がそれぞれ横置きで鉛直方向に所定間隔をおいてセットされ、プロセスチューブ2bの下方端が石英キャップ8で封止されている。反応管2自体は、例えばステンレス鋼製のフランジ10に固定されている。

【0024】フランジ10に、回転機構付きエレベータ12が固定されている。このエレベータ12は、全てのウエハを反応管2の下方外部にシフトするほどのストロークを有し、ウエハ搬送部として機能する。また、エレベータ12は、膜厚均一性向上のため反応管2内部で処理（酸化）中のウエハ6を軸回転させる。

【0025】フランジ10に、前記2重構造の反応管2の隙間（ガス供給路）に連通したガス供給口10aが設けられ、これにガス供給部13が接続されている。

【0026】図2は、ガス供給部の詳細を示す配管系統図である。ガス供給部13内に、ガス供給口10aに接続された外部燃焼室14が設けられ、この外部燃焼室14にそれぞれ接続された2本のガス配管16a、16bを有する。ガス配管16a、16bに、フィルタF5またはF6と逆止弁CV1またはCV2とが設けられている。ガス配管16aに、O₂ガスの供給管18bが接続され、ガス配管16bに、N₂ガスの供給管18a、H₂ガスの供給管18cおよびHC1ガスの供給管18dがそれぞれ接続されている。供給管18a～18dに、ガス供給側から開閉バルブHV1～HV4、フィルタF1～F4、マスフローコントローラMFC1～MFC4およびガス供給バルブV1～V4が一つずつ接続されている。供給管18a～18cに、圧力計PSW1～PSW3が接続されている。一方、供給管18dは途中から2箇所で分岐され、その第1の分岐箇所に関連バルブV6が設けられ、第2の分岐箇所の前記バルブV4も連動バルブとなっている。第1分岐路に、逆止弁CV4とフローメータFM1が設けられている。このフローメータFM1の出力側は、ガス供給バルブV7を介して前記したガス配管16aに接続されているとともに、逆止弁NV1およびガス供給バルブV8を介して前記したガス配管16bに接続されている。第2の分岐路はベント用であり、逆止弁CV3を介して、例えば図示しない排ガス濾過装置等に接続されている。供給管18bにも分岐路が設けられ、この分岐路18b'はマスフローコントローラMFC5およびガス供給バルブV5を介してガス配管16aに接続されている。このO₂ガス用の分岐路18'は添加ガス用の流量調整経路を反応ガス用とは別に設けて流量調整の便宜を図ったものである。

【0027】このようなガス供給部13の配管によって、各種ガスがフィルタで濾過と流量変動の除去がされ、レギュレータである程度ガス圧が絞られた後、マスフローコントローラで流量調整されガス供給バルブの“開”によりガス配管16aまたは16bを通して、プロセスチューブに送られる。このうち、バージガスであ

るN₂、ガス等は比較的に大量に流すことから、フローメータFM1側からガス配管16a、16bの両方を通してプロセスチューブに送られる。

【0028】プロセス時には、反応ガス(O₂、ガスとH₂、ガス)がマスフローコントローラMFC2またはMFC3で流量調整された後、ガス供給バルブV2とV3を開けることにより、それぞれガス配管16aと16bを通して外部燃焼室14に導かれる。外部燃焼室14は、処理室(反応管2)の近傍で酸素と水素との混合ガスを燃焼させて高純度の水蒸気を発生させ、プロセスチューブに送る。

【0029】本例のガス供給部13では、上記3つのガス供給系統(供給管18a~18c)のほか残りの2系統(供給管18b', 18d)に、バージガスと塩化水素系ガス(例えば、HCl、塩素系ハロゲン)が供給可能に接続されている。これらのガスは、マスフローコントローラMFC4またはMFC5で流量調整された後、ガス供給バルブV4またはV5を開けることにより所定比率で混合され、上記反応ガスと同様に供給される。

【0030】バージガスは、前記キャリアガスとともに本発明の“不活性ガス”に該当する。このバージガスは、装置を処理温度(酸化の場合、例えば1000℃程度)より低いベース温度(例えば、900℃)で保持する待機時に流量調整されて流され、装置停止時にプロセスチューブ2b内に充填される。なお、バージガスがN₂の場合、バージガス系統は省略し、キャリアガス系統と共用してよい。塩化水素系ガスは、実際に酸化処理されている間を除く所定の時間内で、O₂とともに不活性ガス(バージガス或いはキャリアガス)に微量添加され、装置内のクリーニングに供せられる。この塩化水素系ガスとクリーニング時に供給されるO₂、ガスを総称して、本発明では“不純物燃焼用ガス”と称する。なお、このクリーニング時に微量添加されるO₂、ガスは、本例では反応ガス系統から分岐して供給されるが、専用のガス系統を用いてもよい。

【0031】ガス供給部13には、ガス供給バルブV1~V8の開閉、マスフローコントローラMFC1~MFC5の流量調整等を行い、処理時やクリーニング時のガス供給量、ガス切り換えタイミング等を制御する制御部30が接続されている。なお、この制御部30は、特に図示しないが、熱処理部、排気部およびウエハ搬送部にも接続され、これらを制御する。クリーニング時のガス切り換えタイミングの制御の詳細は、後述する。

【0032】フランジ10の反対側に、プロセスチューブ2b内に連通した排気口10bが設けられ、これに排気部が接続されている。排気部は、排気口10bに接続された排気管22、排気管22途中に設けられた圧力計24、メインバルブ25、圧力調整器26、および排ガス処理装置28を有する。そのほか排気部に、図示しないトラップおよび排水路等が設けられている。

【0033】つきに、この酸化・拡散装置1のクリーニング方法と、このクリーニング方法を一連の酸化処理手順(処理レシピ)に取り入れた酸化方法とを説明する。

【0034】図3~図5は、本実施形態に係るガス導入のタイミングチャートである。これらの図において、1バッチ分の酸化処理サイクルは、“ウエハIN”から“ウエハOUT”までであり、実際の処理を行う“プロセス”期間のほか、ベース温度からプロセス温度までの“昇温”期間、プロセス温度からベース温度までの“降温”期間を含む。

【0035】少なくとも酸化処理サイクル中は、キャリアガスN₂が所定流量で反応管2内に流されている。キャリアガスN₂がウエハ出し入れ時および昇温・降温時にも流されるのは、その期間の自然酸化膜成長を抑制するためである。プロセス期間中に、反応ガスO₂、およびH₂が所定割合で外部燃焼室14に供給され、反応管2近傍で高純度な水蒸気が生成される。生成された水蒸気は、キャリアガスN₂によってプロセスチューブ2b内に運ばれ、これによりウエハ表面が熱酸化される。このとき、水蒸気濃度、プロセス温度が厳密に制御されることにより、均一な熱酸化膜が形成される。

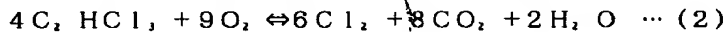
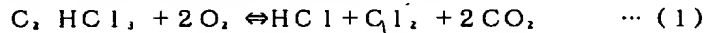
【0036】酸化処理サイクル同士の間は“待機”期間と呼ばれ、反応管2内にバージガスが所定流量で流されるとともに、ベース温度で保持される。バージガスは、Ar等の希ガスでもよいが、バージガスとキャリアガスの置換時間の節約のためには、バージガスとキャリアガスを同じN₂とするのが望ましい。その場合、バージガス兼キャリアガスN₂は、待機期間を含む装置稼働中は常時、所定量で反応管2内に流される。

【0037】本実施形態において、このバージガス(または、バージガス兼キャリアガス)に対し、不純物燃焼用ガス(微量添加ガス)が供給されるタイミングは、図3~図5に示す3つの基本的な場合が存在する。図3に示す場合、バージガスの供給期間のみ微量添加ガスを供給する。図4に示す場合、バージガスの供給期間に加え、ウエハ出し入れの期間中も微量添加ガスを供給する。図5に示す場合、バージガスの供給期間とウエハ出し入れの期間に加え、さらに、昇温・降温期間中も微量添加ガスを供給する。これらの基本的な場合では、プロセス期間の前後で微量添加ガスの供給タイミングを対称としたが、上記3つの基本的な場合をプロセス期間の前後でアンバランスに組み合わせることもできる。

【0038】この何れの場合でも、不活性ガス(バージガスまたはキャリアガス)の供給期間に、その微量添加ガスとして、O₂、ガスまたは(O₂+HCl系)ガスが、例えば1ppm~2%程度の所定割合で不活性ガスとともに反応管2内に流され、装置内のクリーニングが行われる。HCl系ガスとして、HClガスのほか、トランス-ジクロロエチレンのガス等を用いることができる。

【0039】何れにしても微量添加ガスに O_2 を含むことにより、反応管2あるいは各種配管内に付着する有機物を高温状態で酸化により燃焼させ、灰化することができる。この有機物の熱分解により塩化水素 HCl と塩素 Cl_2 を生成することがあり、また HCl 系ガスを添加した場合には、これにより反応管2あるいは各種配管内に付着した重金属等の金属汚染物質がオキシ塩化物に変化する。オキシ塩化物は、元の金属より昇華しやすいので、排気とともに反応管2外部に排出される。

【0040】つきに、この具体的な反応例を示す。この*10



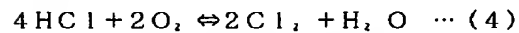
【0043】また、(1, 1, 1)トリクロロエチレン (TCA) のように酸素との熱分解反応で次の(3)式のように、塩化水素 HCl のみ生成するものがある。 *



【0045】これらの有機物の熱分解反応では、塩化水素 HCl と塩素 Cl_2 の両方を生成し、これらが反応管2内の温度に応じて、次式で表す熱平衡状態を保っている。

【0046】

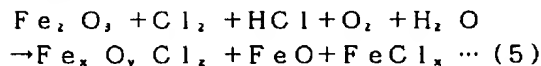
【数3】



【0047】この有機物の熱分解によって生じた塩化水素 HCl と塩素 Cl_2 により、また微量添加ガスとして(O_2 + HCl 系 + 不活性)ガスを用いる場合、そのガス内に含まれる成分により、反応管2等の内部に付着した酸化第二鉄が、次の(5)式のように、オキシ塩化物に変化する。

【0048】

【数4】



【0049】この反応では、主に塩化物 $FeCl_3$ とオキシ塩化物 Fe_2O_3 、 Cl_2 が生成される。図6のグラフに金属塩化物の蒸気圧曲線を示す。この図6に例示されるような金属塩化物、例えば $FeCl_3$ は、元の金属汚染物質(Fe_2O_3)より1桁以上昇華温度が低く、オキシ塩化物 Fe_2O_3 、 Cl_2 は更に(2桁以上)昇華温度が低い。したがって、反応管2内部の加熱によって汚染物質の殆どが昇華し、排気とともに反応管2外部に排出される。

【0050】なお、有機物でも、アミン系のように燃焼できないものもあるが、この有機物は HCl 系のガスにより塩化物にして昇華しやすいものに変化させ、上記の金属汚染物質と同様に、反応管2外部に排出される。本実施形態では、微量添加ガスとして HCl 系ガスをを用いる場合、これに微量 O_2 ガスを添加することとしている。これは、微量 O_2 ガスを添加しないで HCl 系ガスのみをバージガス N_2 に添加する場合、特に本例の縦形

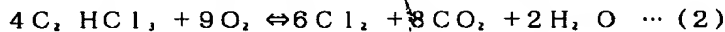
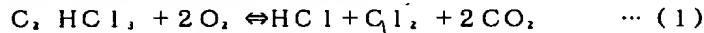
* 反応例は、微量添加ガスとして(O_2 、ガス + HCl 系ガス + N_2 、等の不活性ガス)を用い有機汚染物質(トリクロロエチレン)、金属汚染物質(酸化第二鉄)を除去する場合である。

【0041】トリクロロエチレン(Trichloroethylene: TCE)は、酸素との熱分解反応で次の(1)式のように塩化水素 HCl と塩素 Cl_2 を生成する場合と、

(2)式のように塩素 Cl_2 を生成する場合がある。

【0042】

【数1】



※【0044】

【数2】

装置のようにエア巻き込みが少ない炉を有する場合、前記(4)式の反応が起こらず、炉内部に金属が溜まり逆効果になることがあるためである。

20 【0051】なお、図4または図5の場合、前記(5)式と同様な反応がシリコンに対しても起こる可能性があるため、この場合、シリコンのオキシ塩化物 Si_2O_3 、 Cl_2 が生成され、シリコンウエハのエッチングが進む可能性がある。しかし、本発明ではこの期間は常に酸素ガスが導入され、シリコンの薄い酸化膜形成が同時進行するため、シリコンがエッチングされることは殆どない。なお、この薄いシリコン酸化膜は、酸素ガス量が一定で純度が高いため、通常のエア巻き込み時にできる自然酸化膜より薄く良質である。このため、酸素ガスが導入によるシリコン酸化膜が、その上にプロセス期間中に形成されるゲート酸化膜等の耐圧に影響を与えることはない。

30 【0052】以上のクリーニング方法では、プロセス時間以外に通常、装置内に一定量流される不活性ガス(バージガス又はキャリアガス)に微量の添加ガスを混入させるだけで、汚染物が有機物質であるか金属物質であるかを問わず、簡単に、かつ有効に反応管2内あるいは各種配管内から除去される。このため、従来の方法で酸素と塩化水素系ガスのみで行うクリーニング法を行っていた装置では、既存の HCl 系ガスのガス配管を用いることにより、何ら配管を増設したりする必要がない。単に、ガス供給量と供給タイミングを制御する処理レビシの変更で対処できる。

40 【0053】また、従来の方法で酸素と塩化水素系ガスのみで行うクリーニング法では、酸化レートや炉内あるいは面内の膜厚均一性が安定するまでに時間がかかったが、このクリーニング方法では、添加ガスが微量であるため、このような問題もない。従来の方法では、上記問題のため定期的にしかクリーニングできなかったが、本実施形態の方法では、装置を使うたびガス切り換えを行

うだけで手軽にクリーニングが可能となった。これにより、金属汚染の蓄積が進むまえに除去でき、常に反応管2および配管の内部をクリーンに保つことができるようになった。これにより、ウエハへの汚染も低減され、次工程の汚染の拡散も少なくなる。また、この方法を拡散、アニール、減圧CVD等の加熱を必要とする装置に広く適用すれば、製造ライン全体の汚染度を大幅に低減できる。

【0054】以上の結果、ゲート酸化膜の膜質が向上し、特に微細MOSトランジスタの耐圧特性が向上した。低電圧印加時のゲート酸化膜を通過する総電荷量 Q_{bd} が低減され、これにより電圧下での緩慢な絶縁破壊特性であるTDDDB(Time Dependent Dielectric Brakedown)特性が改善された。また、ステップ状の電圧印加によるリーク電流で定義されるTZDB(step stress Time Zero Dielectric Brakedown)歩留りが向上した。

【0055】

【発明の効果】本発明に係る半導体処理装置及びそのクリーニング方法によれば、目的とする処理が安定に行えるようになるまでに時間をかけずに、処理の間の時間を利用して定常的に装置内の汚染を簡単に、効率的に除去できる。また、本発明に係る半導体処理方法によれば、このクリーニングのための後処理工程を一連の処理サイクル内の手順（処理レシピ）に取り入れることによって、汚染が少ない環境で処理を効率的に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

*

＊【図1】図1は、本発明の実施形態に係る縦形の酸化・拡散装置の概略構成を示す図である。

【図2】図2は、ガス供給部の詳細を示す配管系統図である。

【図3】図3は、本発明の実施形態に係る第1のガス導入のタイミングチャートである。

【図4】図4は、本発明の実施形態に係る第2のガス導入のタイミングチャートである。

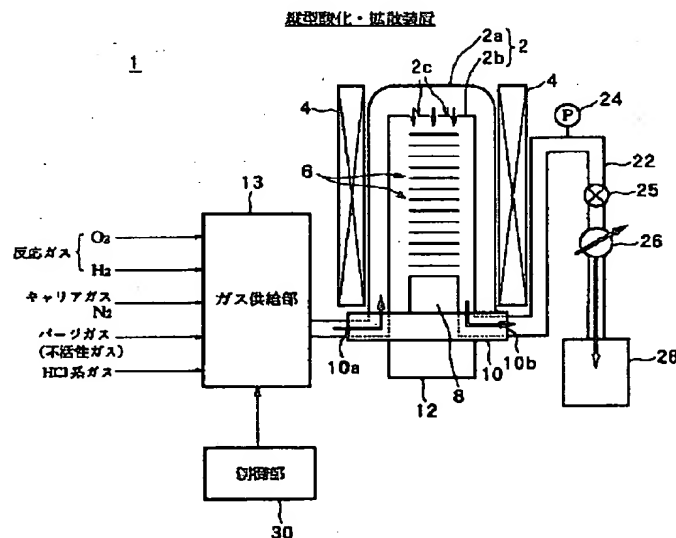
【図5】図5は、本発明の実施形態に係る第3のガス導入のタイミングチャートである。

【図6】図6は、金属塩化物の蒸気圧曲線を示すグラフである。

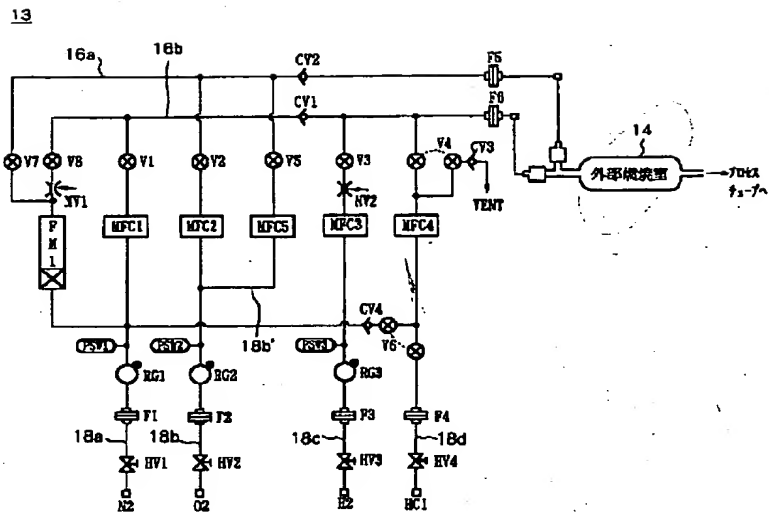
【符号の説明】

1…縦形の酸化・拡散装置、2…反応管、2a…外側のチューブ、2b…内側のプロセスチューブ、2c…ガス噴出口、4…ヒータ、6…ウエハ、8…石英キャップ、10…フランジ、10a…ガス供給口、10b…排気口、12…回転機構付きエレベータ、13…ガス供給部、14…外部燃焼室、16a、16b…ガス配管、18a～18d、18b'…供給管、22…排気管、24…圧力計、25…メインバルブ、26…圧力調整器、28…排ガス処理装置、30…制御部、HV1、V1等…バルブ、F1等…フィルタ、RG1等…レギュレータ、MFC1等…マスフローコントローラ、FMI…フローメータ、NV1、CV1等…逆止弁、PSW1等…圧力計。

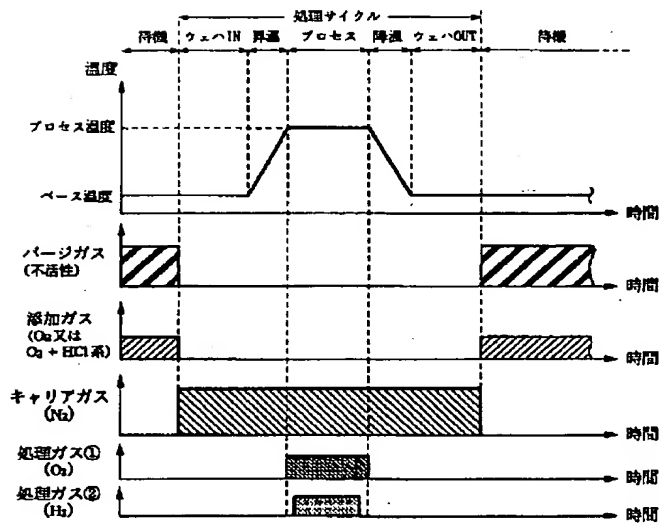
【図1】



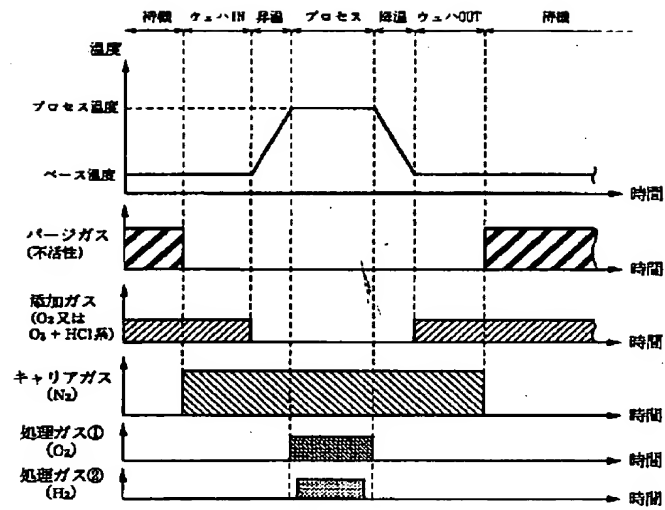
【図2】



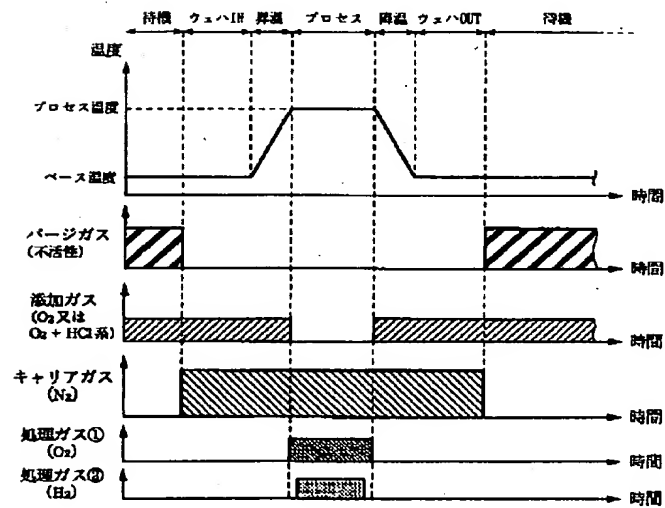
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

金属塩化物の蒸気圧曲線

